

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Yoshitaka SAITA, et al.

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: METHOD AND APPARATUS FOR ETCHING SI

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2002-260936	September 6, 2002

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
☐ are submitted herewith
☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

C. Irvin McClelland
Registration Number 21,124

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 9 月 6 日
Date of Application:

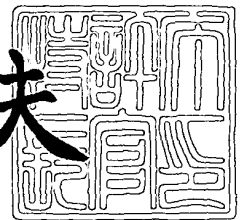
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 6 0 9 3 6
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 2 6 0 9 3 6]

出 願 人 東京エレクトロン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 8 月 1 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 6 1 4 4

【書類名】 特許願

【整理番号】 JPP022110

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01L 21/3065

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター
 東京エレクトロン株式会社内

 【氏名】 齋田 喜孝

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター
 東京エレクトロン株式会社内

 【氏名】 山口 雅司

【特許出願人】

 【識別番号】 000219967

 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号

 【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100086564

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 佐々木 聖孝

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 034290

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9114346

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 Si エッチング方法及びエッチング装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 処理容器内で Si 基板または Si 層をドライエッチングするに際して、 Cl_2 と O_2 と NF_3 とを含む混合ガスをエッチングガスに使用し、下記の式①で表されるレジデンスタイム τ が約 180 msec 以上の条件でエッチング処理を行う Si エッチング方法。

$$\tau = pV/Q \quad \cdots \cdots \textcircled{1}$$

ここで、 p は処理容器内の圧力、 V は被処理体上に設定される有効なエッチング空間の体積、 Q はエッチングガスの流量である。

【請求項 2】 Cl_2 と O_2 の合計流量が前記エッチングガスの総流量の約 80 % 以下である請求項 1 に記載の Si エッチング方法。

【請求項 3】 前記エッチングガスにおける Cl_2 と O_2 の流量比が約 1 : 0.1 ~ 1 : 0.3 の範囲内である請求項 1 または 2 に記載の Si エッチング方法。

【請求項 4】 前記エッチングガスの総流量が 300 sccm 以下である請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の Si エッチング方法。

【請求項 5】 前記処理容器内の圧力が 20 mTorr ~ 200 mTorr の範囲内に設定される請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の Si エッチング方法。

【請求項 6】 前記処理容器内の電極間距離が 30 mm ~ 300 mm の範囲内に設定される請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の Si エッチング方法。

【請求項 7】 Si 基板または Si 層をドライエッチングするエッチング装置であって、

ガス導入口と排気口とを有し、前記 Si 基板または Si 層を含む被処理体を出し入れ可能に収容する処理容器と、

Cl_2 ガスと O_2 ガスと NF_3 ガスとを所望の流量比で混合し、混合したガスをエッチングガスとして前記処理容器内に前記ガス導入口を介して供給するエッチングガス供給手段と、

前記エッチングガスをプラズマ化するプラズマ発生手段と、

前記処理容器内を前記排気口を介して排気して所望のエッチング圧力を与える

排気手段とを有し、

下記の式②で表されるレジデンスタイム τ が約 180 msec 以上の条件でエッチング処理を行うエッチング装置。

$$\tau = p V / Q \quad \cdots \cdots \textcircled{2}$$

ここで、 p は処理容器内の圧力、 V は被処理体上に設定される有効なエッチング空間の体積、 Q はエッチングガスの全流量である。

【請求項 8】 前記エッチングガス供給手段が、前記エッチングガスを 300 sccm 以下の流量で前記処理容器に供給する請求項 7 に記載のエッチング装置。

【請求項 9】 前記排気手段が、前記処理容器内を 20 mTorr～200 mTorr の範囲内に減圧する請求項 7 または 8 に記載のエッチング装置。

【請求項 10】 前記処理容器内に電極間距離が 30 mm～300 mm の範囲内に設定された上部電極と下部電極とを有する請求項 7～9 のいずれか一項に記載のエッチング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、Si（シリコン）をエッチングする技術に係わり、特に Si 基板または Si 層に開口径の小さい深溝のトレンチを形成する加工に用いて好適なエッチング方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

L S I（Large Scale Integrated circuit）における素子分離用の一般的なトレンチ分離法は S T I（Shallow Trench Isolation）である。S T I では、レジストまたは絶縁膜をマスクに Si 基板をドライエッチングして、深さ 1 μ m 以下の比較的浅い溝（トレンチ）を形成する。このトレンチエッチングには、溝の深さおよび形状、特に側壁角度（テーパ角）を制御する技術が要求される。

【0003】

従来より、S T I 用のエッチングガスには、Br（臭素）をベースとする混合ガス、典型的には H B r / O₂ 混合ガスが多く用いられている。H B r は、O₂ の

作用によってトレンチ側壁に形成される酸化膜 (SiO_2) に対する攻撃性が比較的弱くてテーパ形状を作りやすい反面、F や Cl といった他のハロゲン系ガスよりも側壁保護膜の厚みやテーパ角の制御が容易である。STI においては、溝が浅いため、テーパ形状はさほど不都合なものではなく、むしろ溝を絶縁膜で埋め込む際にはボイドの発生を防止できる点で、テーパ形状の方が厳密な垂直形状よりも好ましいとされている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、LSI の高密度化および微細化に伴ない、素子分離能力の高いトレンチ分離法として DTI (Deep Trench Isolation) が注目されてきている。DTI では、Si 基板に深さ 3 ~ 5 μm 程の比較的深い溝 (トレンチ) を形成するため、STI よりも格段に高いアスペクトに対応できるトレンチエッチング技術が必要とする。

【0005】

この点、HBr/ O_2 混合ガスは、高アスペクトのトレンチエッチングを行なえないため、DTI には対応できない。また、エッチング速度が遅く、処理効率ないし生産性が低いという問題もある。

【0006】

本発明は、かかる従来技術の問題点を解決するものであり、高アスペクトに対応できると同時にエッチング速度を向上させる Si エッチング方法およびエッチング装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明の Si エッチング方法は、処理容器内で Si 基板または Si 層をドライエッチングするに際して、 Cl_2 と O_2 と NF_3 とを含む混合ガスをエッチングガスに使用し、次式(1)で表されるレジデンスタイム τ が約 180 msec 以上の条件でエッチング処理を行う。

$$\tau = pV/Q \quad \cdots \cdots (1)$$

ここで、 p は処理容器内の圧力 (Torr)、 V は被処理体上に設定される有効なエ

エッチング空間の体積 (l :リットル)、 Q はエッチングガスの全流量($\text{Torr} \cdot \text{l/s}$)である。

【0008】

また、本発明のエッチング装置は、 Si 基板または Si 層をドライエッチングするエッチング装置であって、ガス導入口と排気口とを有し、前記 Si 基板または Si 層を含む被処理体を出し入れ可能に収容する処理容器と、 Cl_2 ガスと O_2 ガスと NF_3 ガスとを所望の流量比で混合し、混合したガスをエッチングガスとして前記処理容器内に前記ガス導入口を介して供給するエッチングガス供給手段と、前記エッチングガスをプラズマ化するプラズマ発生手段と、前記処理容器内を前記排気口を介して排気して所望のエッチング圧力を与える排気手段とを有し、上式(1)で表されるレジデンスタイム τ が約180msec以上の条件でエッチング処理を行う。

【0009】

本発明では、 Cl_2 と O_2 と NF_3 とを含む混合ガスをエッチングガスに用いる。このエッチングガスにおいて、 Cl_2 は、 Si をエッチングするための主たるエッチャントであり、 HBr よりも高い反応確率で Si と反応して揮発性の高い反応生成物を生じさせ、高速エッチングを可能とする。 O_2 は、 Si と反応して溝の側壁にサイドエッチングを阻止する酸化膜または保護膜(SiO_x)を形成する。 NF_3 は、側壁保護膜の過剰な成長を抑制して、溝の内奥ないし底部へエッチャントをスムーズに進入せしめ、異方性エッチングを促進する。

【0010】

微細な開口径の溝を垂直に深くエッチングするためには、溝の底部付近においてデポジション率とエッチング率とのバランスをとることが重要である。本発明では、レジデンスタイム τ が約180msec以上の条件で Si エッチング処理を行う。

【0011】

一例として、平行平板型のプラズマエッチング装置において、被処理体たとえば Si ウエハの直径が200mm、圧力が60mTorr、電極間距離(ギャップ)が115mmの条件下で、レジデンスタイム τ を180msec以上にするには、エ

エッチングガスの流量 Q を約 95 sccm 以下にすればよい。

【0012】

本発明において、好ましくは、エッチングガス ($\text{Cl}_2/\text{O}_2/\text{NF}_3$) の総流量のうち Cl_2 と O_2 の合計流量を約 80% 以下としてよい。したがって、上記の例では、 $\text{Cl}_2 + \text{O}_2$ の流量を約 75 sccm 以下としてよい。

【0013】

また、 Cl_2 と O_2 の流量比も重要なパラメータであり、この O_2/Cl_2 比を好ましくは 1:0.1 ~ 1:0.3 の範囲内、より好ましくは 1:0.15 ~ 0.20 の範囲内に設定してよい。 O_2/Cl_2 比が大きすぎると、側壁堆積膜の成長が速まって、テーパ角が小さくなったり、エッチング速度が低下する。逆に、 O_2/Cl_2 比が小さすぎると、側壁の保護が弱くなって、逆テーパまたはボーイングが生じやすくなる。

【0014】

また、本発明において、エッチングガスに Ar などの不活性ガスを希釈ガスとして混合してもよく、好ましくは、エッチングガスの総流量を 300 sccm 以下としてよい。また、好ましくは、エッチング圧力を 20 mTorr ~ 200 mTorr の範囲内に設定してよく、平行平板型における電極間距離を 30 mm ~ 300 mm の範囲内に設定されてよい。

【0015】

本発明のエッチング装置において、好ましくは、プラズマ発生手段が、処理容器内に被処理体を載置するための第1の電極と、この第1の電極と所定の間隔を置いて対向配置される第2の電極とを含む構成としてよい。この場合、第1の電極に高周波電力を印加して、イオンアシストエッチングを行なってもよい。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、添付図を参照して本発明の好適な実施形態を説明する。

【0017】

図1に、本発明の一実施形態におけるエッチング装置の構成を示す。このエッチング装置は、平行平板型のプラズマエッチング装置として構成されており、た

例えば表面がアルマイト処理（陽極酸化処理）されたアルミニウムからなる円筒形のチャンバ（処理容器）10を有している。チャンバ10は接地されている。

【0018】

チャンバ10の内側壁面には、アルミナからなる円筒形状のデポシールド材12が被着されている。チャンバ10の底部には、セラミックなどの絶縁板13を介して円柱状のサセプタ支持台14が配置され、このサセプタ支持台14の上にはたとえばアルミニウムからなるサセプタ16が設けられている。サセプタ16は下部電極を構成し、この上に被処理体としてのたとえば単結晶Si基板またはSiウエハWが載置される。

【0019】

サセプタ16の上面にはSiウエハWを静電吸着力で保持するための静電チャック18が設けられている。この静電チャック18は導電膜からなる電極20を一对の絶縁シートの上に挟み込んだものであり、電極20には直流電源22が電氣的に接続されている。直流電源22からの直流電圧により、SiウエハWがクーロン力で静電チャック18に吸着保持されるようになっている。静電チャック18の周囲でサセプタ16の上面には、エッチングの均一性を向上させるためのたとえば石英からなるフォーカスリング24が配置されている。

【0020】

サセプタ支持台14の内部には、たとえば円周方向に延在する冷媒室26が設けられている。この冷媒室26には、外付けのチラーユニット（図示せず）より配管26a、26bを介して所定温度の冷媒たとえば冷却水が循環供給される。冷媒の温度によってサセプタ16上のSiウエハWの処理温度を制御できる。

【0021】

さらに、冷却ガス供給機構（図示せず）からの冷却ガスたとえばHeガスが、ガス供給ライン28を介して静電チャック18の上面とSiウエハWの裏面との間に供給される。冷却ガス供給機構は、エッチング加工のウエハ面内均一性を高めるため、ウエハ中心部とウエハ周縁部とでガス圧つまり背圧を独立的に制御できるようにしている。

【0022】

サセプタ 1 6 の上方には、このサセプタと平行に対向して上部電極 3 0 が設けられている。この上部電極 3 0 は、絶縁材 3 2 を介してチャンバ 1 0 に支持されており、多数の吐出孔 3 4 を有するたとえばアルミナなどのセラミックからなる下面の電極板 3 6 と、この電極板 3 6 を支持する導電材料たとえば表面がアルマイト処理されたアルミニウムからなる電極支持体 3 8 とを有する。電極板 3 6 と電極支持体 3 8 との内側にはバッファ室が形成され、このバッファ室の上面中心部にガス導入口 4 0 が設けられている。ガス導入口 4 0 には処理ガス供給部 4 2 からのガス供給配管 4 4 が接続されている。

【0 0 2 3】

チャンバ 1 0 の底部には排気口 4 6 が設けられ、この排気口 4 6 に排気管 4 8 を介して排気装置 5 0 が接続されている。排気装置 5 0 は、ターボ分子ポンプなどの真空ポンプを有しており、チャンバ 1 0 内のエッチング処理空間を所望の真空度まで減圧できるようになっている。また、チャンバ 1 0 の側壁には S i ウエハ W の搬入出口を開閉するゲートバルブ 5 2 が取り付けられている。

【0 0 2 4】

上部電極 3 0 には、ローパスフィルタ (L P F) 5 4 を介してアース電位が接続されるとともに、整合器 5 6 を介して第 1 の高周波電源 5 8 が接続される。この第 1 の高周波電源 5 8 は、5 0 ~ 1 5 0 M H z の範囲内の周波数、典型的には 6 0 M H z 付近の高周波電力を上部電極 3 0 に印加する。

【0 0 2 5】

下部電極としてのサセプタ 1 6 には、ハイパスフィルタ (H P F) 6 0 を介してアース電位が接続されるとともに、整合器 6 2 を介して第 2 の高周波電源 6 4 が接続される。この第 2 の高周波電源 6 4 は、1 ~ 4 M H z の範囲内の周波数、典型的には 2 M H z 付近の高周波電力をサセプタ 1 6 に印加する。

【0 0 2 6】

この実施形態において、上部電極 3 0 と下部電極 (サセプタ) 1 6 との間の距離つまり電極間距離は、好ましくは 3 0 m m ~ 3 0 0 m m の範囲内に設定されている。

【0 0 2 7】

このプラズマエッチング装置において、Siエッチングを行なうには、先ずゲートバルブ52を開状態にして加工対象のSiウエハWをチャンバ10内に搬入して、サセプタ16の上に載置する。そして、処理ガス供給部42よりエッチングガスを所定の流量でチャンバ10内に導入し、排気装置50によりチャンバ10内の圧力つまりエッチング圧力を設定値（好ましくは20mTorr～200mTorrの範囲内の値）とする。さらに、第1の高周波電源58より60MHz付近の高周波を所定のパワーで上部電極30に印加するとともに、第2の高周波電源64より2MHz付近の高周波を所定のパワーでサセプタ16に印加する。また、直流電源22より直流電圧を静電チャック18の電極20に印加して、SiウエハWをサセプタ16に固定する。上部電極30の多孔付き電極板またはシャワーヘッド36より吐出されたエッチングガスは電極間のグロー放電中でプラズマ化し、このプラズマで生成されるラジカルやイオンによってSiウエハWがエッチングされる。

【0028】

このプラズマエッチング装置では、上部電極30に対して従来（一般に27MHz）よりも格段に高い周波数領域（50～150MHz）の高周波を印加することにより、プラズマを好ましい解離状態で高密度化し、より低圧の条件下で適切なプラズマを形成することができる。また、下部電極であるサセプタ16に対しても従来（一般に800kHz）よりも高い周波数領域（1～4MHz）の高周波を印加することで、より低圧において被処理体に適度なRIE（Reactive Ion Etching）を施すことができる。

【0029】

この実施形態のSiエッチングでは、Cl₂とO₂とNF₃とを含む混合ガスをエッチングガスに用いる。このため、処理ガス供給系42は、図2に示すように、たとえばCl₂ガス源66、O₂ガス源68およびNF₃ガス源70を有し、それぞれの流量をマスフローコントローラ66a、68a、70aによって個別かつ任意に制御できるようにしている。なお、Arなどの不活性ガスを希釈ガスとしてエッチングガスに混合してもよく、その場合は希釈ガス供給部（図示せず）も設けられる。

【0030】

次に、本発明のSiエッチング方法の具体的な実施例を説明する。

【0031】

実施例1～8

Siウエハに開口幅 $0.3\mu\text{m}$ 、深さ $3\sim6\mu\text{m}$ の溝を形成するDTI用のトレンチエッチングにおいて、図1のプラズマエッチング装置を使用し、エッチングガス($\text{Cl}_2/\text{O}_2/\text{NF}_3$)の流量および流量比をパラメータにしてエッチング特性を評価した。他の主要なエッチング条件は下記のとおりである。図3および図4に実験結果のデータを示す。

Siウエハ口径=200mm

マスク材料=SiO₂(上層)/SiN(下層)の2層構造膜

マスク厚(SiO₂/SiN)=3000Å/1500Å

圧力=60mTorr

RFパワー(上部電極/下部電極)=500W/600W

電極間距離=115mm

温度(上部電極/下部電極/チャンバ側壁)=80/60/60°C

【0032】

比較例1, 2

Siウエハに開口幅 $0.3\mu\text{m}$ 、深さ $3\sim6\mu\text{m}$ の溝を形成するDTI用のトレンチエッチングにおいて、図1のプラズマエッチング装置を使用し、HBr/O₂/NF₃混合ガス(比較例1)またはHBr/O₂混合ガス(比較例2)をエッチングガスに用いてエッチング特性を評価した。他のエッチング条件は、電極間ギャップが120mmであることを除いて、実施例と同じである。図5に実験結果のデータを示す。

【0033】

図3および図5のデータから、Siのエッチング速度(Si E/R)についてみると、HBrをベースとする比較例1, 2は $0.25\mu\text{m}/\text{min}$ 付近であるのに対して、実施例1～8は $0.78\mu\text{m}/\text{min}$ 以上で約3倍である。

【0034】

また、テーパ角についてみると、比較例 1 (92.3°) は 90° 超で逆テーパまたはボーイング形状であり、比較例 2 (87.5°) は 89° 未満でテーパ形状であり、垂直形状を得ることができなかった。

【0035】

一方、実施例 1 (89.3°)、実施例 2 (89.0°) および実施例 3 (89.2°) はいずれも $89\sim 90^\circ$ の範囲内にあり、垂直形状を達成した。しかし、実施例 4 (87.6°)、実施例 5 (87.5°)、実施例 6 (87.7°)、実施例 7 (87.8°) はテーパ形状であり、実施例 8 (91.8°) はボーイング形状となった。

【0036】

実施例 1～8 の中で検討すると、実施例 1～3 では、ガス流量を小さくしており、特に Cl_2 と O_2 の合計流量 ($\text{Cl}_2 + \text{O}_2$) を小さくしている点が特徴的である。より詳細には、実施例 1～3 では、エッチングガスの総流量が 4.5 sccm 以下であり、レジデンスタイムは 380 msec 以上である。なお、レジデンスタイムは図 6 の模式図で定義している。($\text{Cl}_2 + \text{O}_2$) 流量は 2.5 sccm 以下である。

【0037】

微細な $0.3\text{ }\mu\text{m}$ 程度の開口幅で $3\sim 6\text{ }\mu\text{m}$ の深溝を垂直に形成するには、エッチングガス ($\text{Cl}_2/\text{O}_2/\text{NF}_3$) の流量を制限すること、特に ($\text{Cl}_2 + \text{O}_2$) 流量を絞ることが重要である。図 3 および図 5 から、レジデンスタイムは約 180 msec 以上とするのが好ましく、($\text{Cl}_2 + \text{O}_2$) 流量は約 7.5 sccm 以下にするのが好ましい。($\text{Cl}_2 + \text{O}_2$) 流量が大きいと、トレンチ底部付近におけるデポジション率がエッチング率を上回り、テーパ化しやすくなるものと考えられる。もっとも、($\text{Cl}_2 + \text{O}_2$) 流量が小さすぎてもエッチング速度に影響するので、好ましくは 1.5 sccm 以上としてよい。

【0038】

また、 Cl_2 に対する O_2 の流量比 (O_2ratio) も重要であり、実施例 8 (0.09) のように O_2ratio が低すぎると、デポジション率がエッチング率を下回りボーイング傾向になりやすい。逆に、 O_2ratio が高すぎると、デポジション率がエッチング率を上回りテーパ傾向になりやすい。 O_2ratio は、好ましくは 0.1

～0.3の範囲内に設定してよく、より好ましくは0.15～0.25の範囲内に設定してよい。

【0039】

実施例1～8ではNF₃の流量を20sccm（一定）としたが、10～30sccmの範囲内では各実施例のエッチング特性はさほど変わらないものと考えられる。実用的には、NF₃の流量をエッチングガスの総流量の20%以下にするのが望ましい。

【0040】

また、実施例1～8では圧力を60mTorr（一定）とした。上式（1）から圧力はレジデンスタイムを左右するパラメータであるとともに、エッチング速度等にも影響するので、他のエッチング条件やトレンチ仕様に応じて最適化されるのが望ましい。なお、実施例1～8のRFパワー（上部電極＝500W、下部電極＝600W）をパワー密度に換算すると、上部電極＝1.6W/cm²、下部電極＝1.9W/cm²である。RFパワーまたはパワー密度も、他のエッチング条件やトレンチ仕様に応じて最適化されるのが望ましい。

【0041】

また、図3に示すように、実施例2のマスク選択比（Siのエッチング速度／SiO₂のエッチング速度）は28.70であった。他の実施例および比較例1, 2でも同程度のマスク選択比が得られる。Cl₂/O₂/NF₃混合ガスをエッチングガスに用いる本発明のSiエッチングでは、少なくとも表層がSiO₂からなるマスク材料が望ましい。

【0042】

上記実施形態のプラズマエッチング装置は容量結合型平行平板装置であったが、他のプラズマエッチング方式、たとえば有磁界RIEやECR（Electron Cyclotron Resonance）方式の装置として構成することも可能である。上記実施形態ではSiウエハのエッチングを示したが、Si基板またはSi層を含む任意の被処理体について本発明のSiエッチング方法およびエッチング装置を適用することができる。

【0043】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、Siエッチングに際してCl₂/O₂/NF₃混合ガスをエッチングガスに用いてそのガス流量を最適な範囲に設定することにより、高アスペクトに対応できると同時にエッチング速度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】**【図1】**

本発明の一実施形態によるエッチング装置の構成を示す図である。

【図2】

図1のエッチング装置における処理ガス供給部の構成を示す図である。

【図3】

実施例における主要なエッチング条件とエッチング特性を示す図である。

【図4】

実施例におけるテーパ角の(Cl₂+O₂)流量およびO₂ratio(O₂/Cl₂)依存性を示す図である。

【図5】

比較例における主要なエッチング条件とエッチング特性を示す図である。

【図6】

実施形態におけるレジデンスタイムの定義を示す図である。

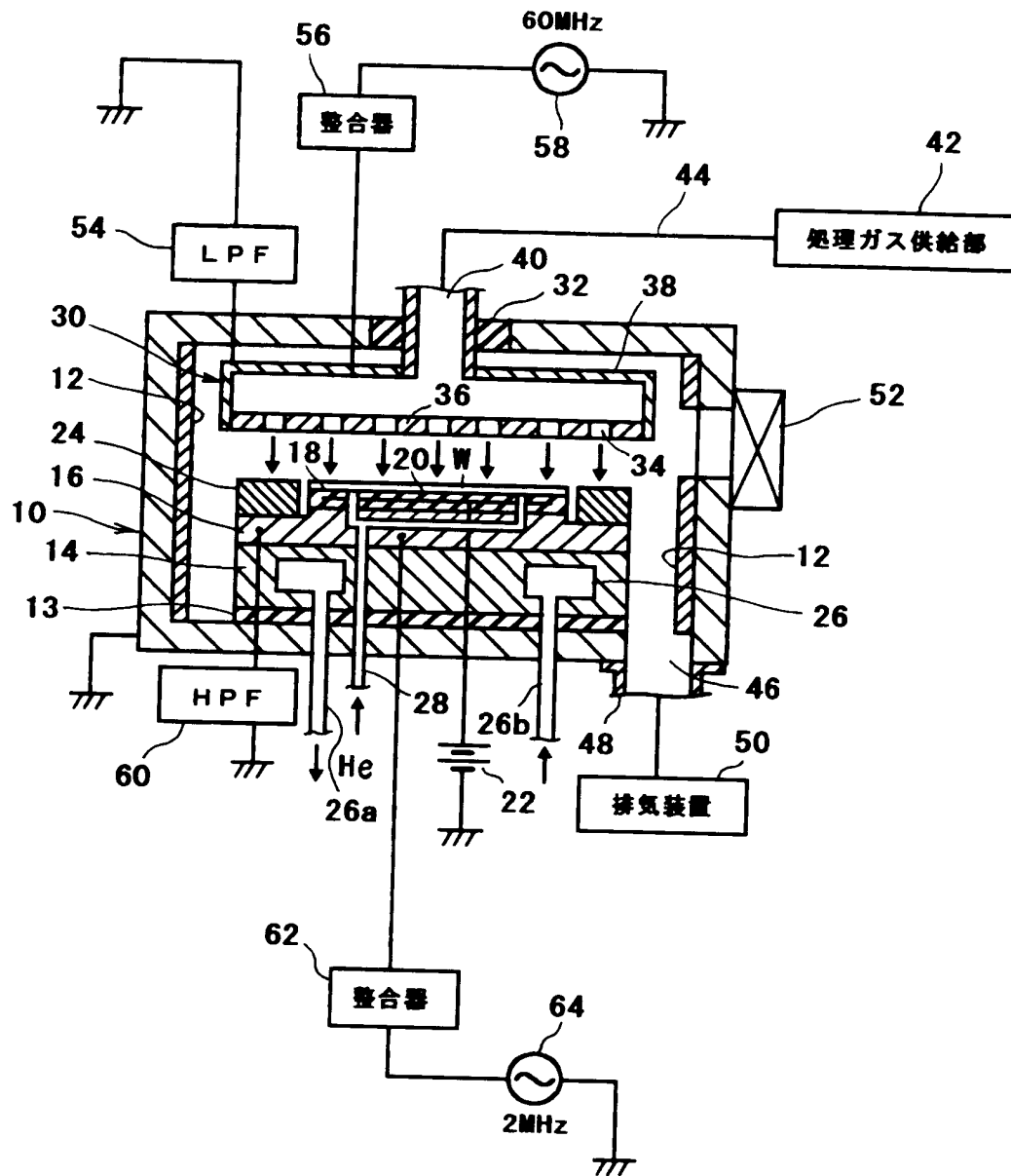
【符号の説明】

- 10 チャンバ（処理容器）
- 16 サセプタ（下部電極）
- 18 静電チャック
- 22 直流電源
- 30 上部電極
- 36 電極板
- 40 ガス導入口
- 42 処理ガス供給部
- 46 排気口

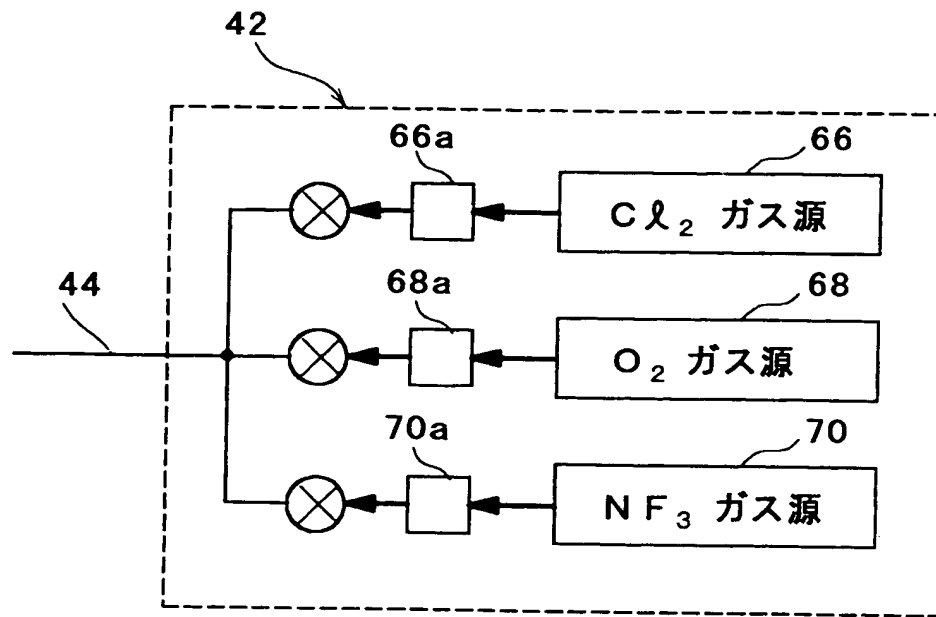
- 5 8 第 1 の高周波電源
- 6 4 第 2 の高周波電源
- 6 6 C 1 2 ガス源
- 6 8 O 2 ガス源
- 7 0 N F 3 ガス源
- 6 6 a , 6 8 a , 7 0 a マスフローコントローラ

【書類名】 図面

【図 1】



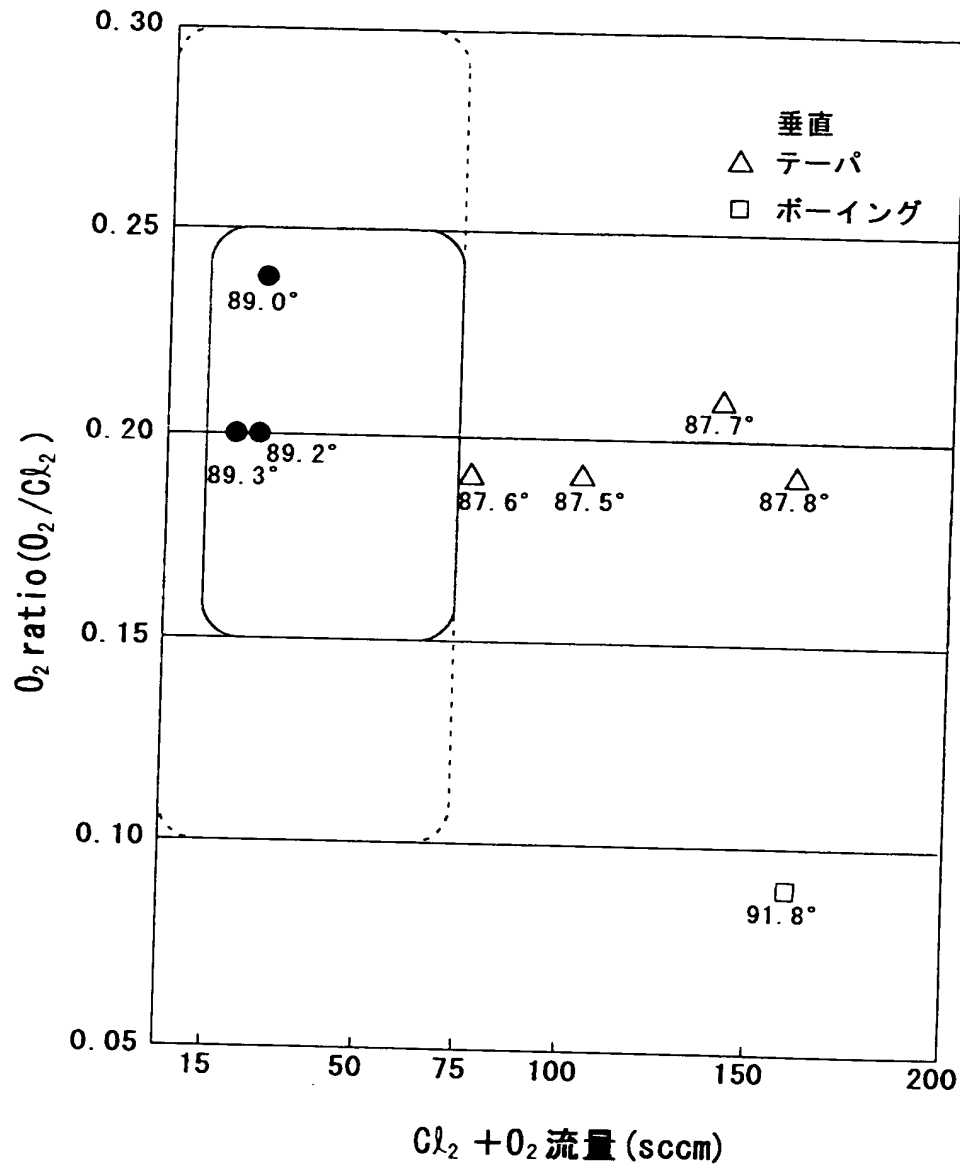
【図 2】



【図 3】

	Cl ₂ (sccm)	O ₂ (sccm)	NF ₃ (sccm)	総流量 (sccm)	Cl ₂ +O ₂ (sccm)	O ₂ ratio (O ₂ /Cl ₂ +O ₂)	レジデンス タイム (msec)	テーパ角 (deg.)	Si E/R (μm/min)	選択比 (Si/SiO ₂)
実施例 1	16	4	20	40	20	0.20	428.2	89.3	0.81	—
実施例 2	19	6	20	45	25	0.24	380.6	89.0	0.81	28.70
実施例 3	20	5	20	45	25	0.20	380.6	89.2	0.78	—
実施例 4	65	15	20	100	80	0.19	171.3	87.6	1.01	—
実施例 5	85	20	20	125	105	0.19	137.0	87.5	0.78	—
実施例 6	110	30	20	160	140	0.21	107.0	87.7	0.78	—
実施例 7	130	30	20	180	160	0.19	95.1	87.8	0.80	—
実施例 8	145	15	20	180	160	0.09	95.1	91.8	1.20	—

【図 4】

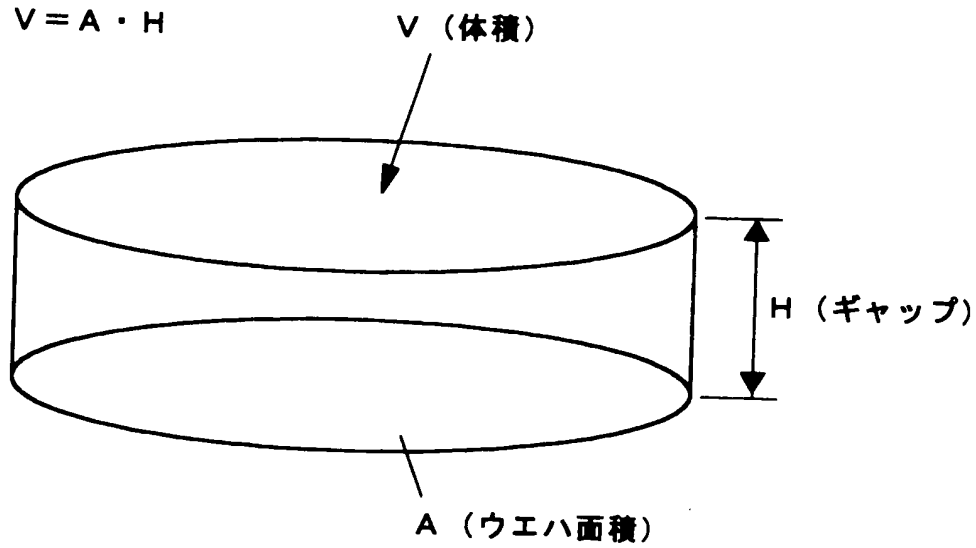


【図5】

	HB _r (sccm)	O ₂ (sccm)	NF ₃ (sccm)	HB _r +O ₂ (sccm)	O ₂ ratio (O ₂ /HB _r +O ₂)	テーパー角 (deg.)	Si E/R (μm/min)
比較例1	100	1	24	101	1%	92.3	0.26
比較例2	100	1	0	101	1%	87.5	0.24

【図 6】

$$V = A \cdot H$$



$$\tau = V/S = p V/Q$$

- τ : レジデンスタイム (s)
 V : エッチング処理空間の体積 (ℓ)
 S : 排気速度 (ℓ/s)
 P : 圧力 (Torr)
 Q : 総流量 (Torr · ℓ/s)

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 Si エッチングにおいて高アスペクト比とエッチング速度の向上を達成すること。

【解決手段】 処理ガス供給部 42 より $\text{Cl}_2/\text{O}_2/\text{NF}_3$ 混合ガスをエッチングガスとしてチャンバ 10 内に導入し、レジデンスタイムが約 180 msec 以上の条件でエッチング処理を行う。第 1 の高周波電源 58 より 60 MHz 付近の高周波を所定のパワーで上部電極 30 に印加するとともに、第 2 の高周波電源 64 より 2 MHz 付近の高周波を所定のパワーで下部電極（サセプタ）16 に印加する。上部電極 30 の多孔付き電極板またはシャワーヘッド 36 より吐出されたエッチングガスは電極間のグロー放電中でプラズマ化し、このプラズマで生成されるラジカルやイオンによって Si ウエハ W がエッチングされる。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 2 6 0 9 3 6
受付番号	5 0 2 0 1 3 3 5 1 0 4
書類名	特許願
担当官	第五担当上席
作成日	平成 1 4 年 9 月 9 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成14年 9月 6日

次頁無

出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 6 1 4 4

特願 2 0 0 2 - 2 6 0 9 3 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 2 1 9 9 6 7]

1. 変更年月日

1 9 9 4 年 9 月 5 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区赤坂 5 丁目 3 番 6 号

氏 名

東京エレクトロン株式会社

2. 変更年月日

2 0 0 3 年 4 月 2 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号

氏 名

東京エレクトロン株式会社